



Received September 2, 2006/ Accepted October 9, 2006

EXPLORANDO LOS IMPACTOS DE LA RFID EN LOS PROCESOS DE
NEGOCIOS DE UNA CADENA DE SUMINISTRO

Ygal Bendavid, Linda Castro, Louis A. Lefebvre, Élisabeth Lefebvre
École Polytechnique de Montréal
Mathematics and Industrial Engineering
P.O. Box 6079, Station Centre-Ville
Montreal, Québec, Canadá, H3C 3A7

Abstract

The main purpose of this exploratory study is to improve our understanding of the potential of RFID technology in the context of selected activities in one specific supply chain in the utility industry. Empirical data was gathered from two closely inter-related firms from three layers of the supply chain. A research approach is proposed where we aim to identify RFID opportunities, build potential scenarios and validate these scenarios through laboratory simulation. Results indicate that the adoption of RFID technology allows i) the development of new business models, ii) the integration of processes, and iii) the reengineering and automation of existing processes, facilitating supply chain integration and B-to-B e-commerce activities.

Keywords: RFID Projects, e-Commerce, SCM, Business processes, e-Collaboration.

1.- Introducción

Durante los últimos años, las empresas se han dado cuenta de la importancia de desarrollar prácticas que les permitan mejorar la colaboración entre los diferentes actores de su “cadena de suministros (CS)”. Con el propósito de mantener una integración de principio a fin de la CS, es necesario encontrar nuevas herramientas tecnológicas que faciliten la gestión ágil y flexible de ésta.

La “Identificación por Radio Frecuencia (RFID)” constituye una tecnología que promete mejorar la integración entre las empresas, sus proveedores y sus clientes. Ésta permite la identificación y el manejo del flujo de los productos y de la información a través de toda la CS (Ngai et al., 2005). Aunque ésta tecnología propone muchos beneficios, es importante considerar los siguientes interrogantes: ¿cuáles son los verdaderos impactos de ésta tecnología en los procesos de negocios y en la CS? ¿cuáles son las ventajas de dicha tecnología para facilitar la

integración y el comercio electrónico entre empresas? Éste artículo pretende ayudar a responder a estas preguntas, a través de la información recolectada en un estudio de caso longitudinal de una CS del sector de servicios públicos, sector en el cual comienza a despertarse un gran interés en este tema.

La tecnología RFID utiliza ondas de radio para identificar objetos de manera automática. Un sistema RFID consiste típicamente de una “Etiqueta” (compuesta de un microchip y una antena), Antenas, Lectores, y un *Middleware*, el cual está integrado a un Sistema de Gestión (figura 1). La “etiqueta” almacena información específica de un producto (p.e. número de serie), la cual es leída al pasar por el lector y transmitida al *middleware* para ser procesada. Finalmente, el sistema de gestión utiliza la información procesada dando inicio de manera automática a diversos procesos de negocios.

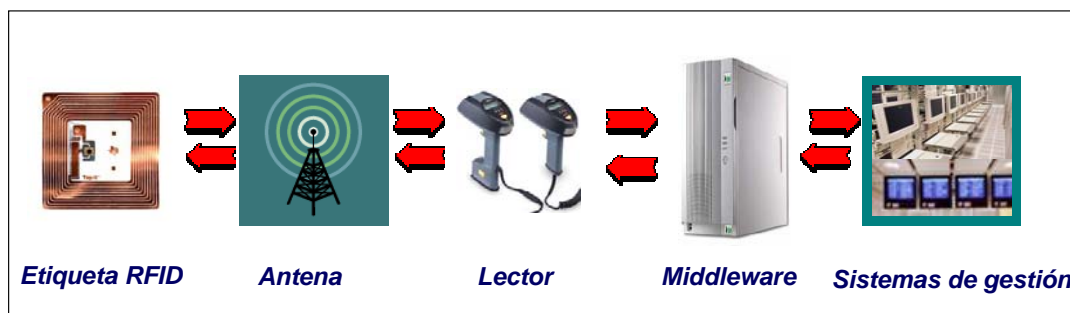


Figura 1. Infraestructura RFID

RFID es una tecnología emergente cuyas aplicaciones podrán ser totalmente aprovechadas al combinarse con infraestructuras compuestas de otras tecnologías inalámbricas y sistemas empresariales de gestión (p.e: ERP). En función del modelo escogido, la tecnología RFID permitirá recolectar y transmitir información única, ofreciendo una visibilidad en tiempo real de la información y de los productos a través de toda la CS. Adicionalmente, según lo propone el modelo EPC (ver EPCglobalinc.org) la información puede estar disponible en Internet, implicando que los objetos podrán ser identificados instantáneamente en cualquier parte del mundo, creando lo que hoy se conoce como la “Internet de las cosas” (ITU, 2005, p.2). La adopción de ésta tecnología cambiará fundamentalmente los procesos de negocios tanto el interior como al exterior de las empresas, propiciando una mejor integración entre los miembros de la CS.

El propósito principal de este artículo es mejorar nuestro entendimiento del potencial de la tecnología RFID y mostrar cómo esta actúa como un medio para facilitar el comercio electrónico *B-to-B*, mejorando sustancialmente los procesos de negocios inter-organizacionales. Dentro del marco de este estudio, será nuestro interés evaluar el impacto de dicha tecnología en los procesos de negocios necesarios para permitir dicho nivel de colaboración.

2.- Marco Teórico

2. 1.- Resurge el Interés por la RFID

A pesar que RFID no es una tecnología nueva (AIM Publication, 2001); solo recientemente se ha comenzado en examinar su potencial para optimizar la “gestión de la cadena de suministros (GCS)”. Avances logrados a nivel tecnológico durante los últimos años (p.e. el microchip, el lector y el *middleware*) han permitido examinar el potencial de ésta, en las operaciones de la CS (Reynolds y Lynch, 2004). Adicionalmente, la iniciativa de grandes compañías (p.e. Wal-Mart y el Departamento de Defensa EE.UU) de requerir que sus principales socios comerciales adopten la

tecnología RFID ha tenido un impacto mayor en la tendencia del mercado hacia la adopción de RFID.

Según un estudio de Research and Markets (2005), se prevé que el mercado global de RFID aumentará de US\$ 1.95 billones en 2005 a aproximadamente US\$ 26.9 billones en 2015. Éste incremento en la demanda, se deberá principalmente al desarrollo de nuevas aplicaciones y al aumento de la venta de sistemas hardware para soluciones RFID (p.e. antenas, lectores), así como servidores para filtrar y gestionar la información (RFID Journal, 2004).

Igualmente, en el ámbito académico se ha incrementado el interés hacia ésta tecnología, lo que ha impulsado la investigación en áreas como:

- i) *La gestión de la innovación:* Sheffi (2004) compara la tecnología RFID con otras tecnologías llamadas “disruptivas”, con el propósito de prever una trayectoria potencial en cuanto a la adopción de RFID.
- ii) *La gestión del ciclo de vida del producto:* Saar y Thomas (2003) exponen que hoy es posible optimizar la actividad de reciclaje de productos equipados de etiquetas RFID a través de la automatización de procesos tales como la selección de reciclados.
- iii) *La gestión de proyectos:* Bendavid y Bourgault (2005) muestran que todavía no existe la experiencia necesaria para realizar una implantación de este tipo de tecnología en un contexto de red.
- iv) *El comercio electrónico:* Lefebvre et al. (2006) muestran que RFID facilita las actividades de comercio electrónico, permitiendo una mejor comunicación inter-empresarial ya que la información digitalizada contenida en el producto transita al mismo tiempo que el producto mismo.
- v) *La GCS:* Gunasekaran y Ngai (2005) revelan que RFID facilita la implementación de configuraciones de la CS (p.e. la estrategia “built to Order”). Además, Lefebvre et al. (2005), explican que RFID implica el rediseño de procesos actuales y requiere un nivel más elevado de integración electrónica entre todos los miembros de la CS.

En el marco de este artículo, nos interesamos en descubrir las diversas aplicaciones de dicha tecnología en el sector de servicios públicos, en especial en la industria de energía eléctrica. Para este efecto, a continuación se analizarán los factores que influyen en este sector y el potencial de RFID para mejorar la GCS, se mostrará la metodología seguida para realizar el presente estudio, se presentará una descripción del caso en cuestión y finalmente se dará paso a la discusión de los resultados obtenidos durante este estudio.

2. 2.- Evaluación de los Factores que Influyen en el Sector de Servicios Públicos

El sector de servicios públicos¹ al igual que otros sectores industriales afronta muchos desafíos. Cambios en el mercado global y el desarrollo de nuevas tecnologías están impulsando a las empresas de servicios públicos a explorar el potencial de su CS con el propósito de mejorar la eficiencia de sus operaciones y reducir costos, entre otros (Glassberg et al., 2003).

Según el informe de Glassberg, et al. (2003), empresas de este sector gastan en promedio entre 12 y 18 por ciento en operaciones relacionadas al aprovisionamiento. Por lo tanto, un incremento en la eficiencia de dichas operaciones, a nivel estratégico u operacional (recepción, almacenaje, selección y expedición), implica una disminución substancial en costos.

Sin embargo, en el sector de servicios públicos, encontrar maneras de disminuir los costos operacionales no es una tarea fácil (Hanson et al, 2005). Debido a su carácter público, empresas de este sector se enfrentan constantemente al escrutinio público, son extremadamente reguladas, y se desenvuelven típicamente en un mercado de monopolio. Adicionalmente, operan bajo la vigilancia estricta del Estado en cuanto a la estipulación e incremento de tarifas y están obligadas a cumplir ciertas normas en cuanto a la elección de sus proveedores, haciendo en muchos casos más costoso el proceso de aprovisionamiento. Otros factores que ejercen presión a las directivas de esta industria son la inflación, el envejecimiento de la estructura y la mano de obra costosa. En Norte América, la geografía y el clima plantean retos particulares.

Siendo la misión de esta industria, el proveer a sus clientes un servicio fiable al menor costo posible, empresas de este sector se ven frente al gran reto de desarrollar estrategias

que les permitan minimizar sus costos operacionales y al mismo tiempo mejorar su productividad. En el caso de empresas de suministro de energía eléctrica, éstas se enfrentan al desafío de reestablecer el servicio de energía eléctrica en el plazo más corto posible ante una interrupción eléctrica. Debido a que el servicio de energía es un recurso vital para muchos de sus consumidores (p.e. hospitales y empresas de fabricación), la fiabilidad de éste es la clave para continuar siendo competitivas.

Con el objetivo de mejorar la eficiencia de sus operaciones, empresas de suministro de electricidad han empezado a analizar los posibles beneficios de optimizar su CS y por lo tanto han invertido en la adopción de sistemas propietarios y sistemas comerciales (p.e. ERP y WMS). Recientemente han comenzado a contemplar la utilización de tecnologías de "Identificación Automática y Captación de Datos (AIDC)", entre ellas la tecnología RFID, para optimizar la GCS.

3.-Impacto de la Tecnología RFID en la Cadena de Suministros de Empresas de Servicios Públicos

La RFID propone aplicaciones únicas que pueden ser aprovechadas para optimizar los procesos de la CS del sector de servicios públicos. Esta tecnología tiene el potencial para permitir a todos los miembros de la CS de identificar, rastrear y gestionar cada producto (artículos, embalaje, palets, etc) de manera flexible y confiable, proporcionando información sobre los productos en tiempo real.

En este sector, muchos son los beneficios que podrían obtenerse de la adopción de RFID dentro de los procesos básicos (recepción, almacenamiento, selección y expedición) de los centros de distribución, almacenes y bodegas. La RFID tiene la capacidad para reducir o eliminar problemas relacionados con errores humanos, conteo de productos y monitoreo de inventarios a lo largo de la CS. Además, RFID permite un mejor control de estas operaciones, ya que asegura la integridad de la información referente a órdenes y pedidos.

El uso de esta tecnología conlleva a la optimización de procesos implicados en la actividad de *Recepción*. Por ejemplo, permite la eliminación de verificaciones manuales y visuales de cada producto recibido, eliminando errores debidos al factor humano. Igualmente, muchos son los beneficios que esta tecnología puede aportar a nivel del *Almacenaje*, la *Selección* y la *Expedición* de productos. Por ejemplo, permite el acceso inmediato a información sobre la localización (p.e. estante) de cada producto, agilizando el

¹ Este sector está conformado por todas aquellas empresas que prestan los servicios de electricidad, agua corriente, gas natural y telefonía a clientes residenciales, comerciales e industriales.

proceso de almacenamiento y evitando cuellos de botellas en los centros de distribución y almacenes.

Con el propósito de sintetizar de manera más concreta el impacto de la tecnología RFID en la gestión de las empresas, hemos seguido el planteamiento metodológico desarrollado por el centro ePoly².

4.- Metodología

Este estudio ha sido construido en base a investigaciones realizadas previamente por Strassner y Schoch (2004) y Subirana, Eckes, Herman, Sarma y Barrett (2003), y se enfoca en una CS compuesta de 3 capas, en la cual se contempla la implementación de la tecnología RFID y se analiza el impacto de ésta en los procesos de negocios, los cuales constituyen la unidad de análisis de esta investigación. Las investigaciones de Strassner y Schoch (2004) presentan el modelo de procesos llamado “Ubicomp” en el cual ellos investigan los impactos de negocios de la RFID en el contexto de la GCS, concentrándose en procesos como la gestión de almacenes. Subirana et al. (2003) proponen un planteamiento metodológico con el fin de determinar el impacto de la tecnología RFID a nivel de procesos y sub-procesos, descomponiendo y documentando los procesos futuros.

Dado que el propósito primordial de este estudio es lograr una mejor comprensión de los impactos de la tecnología RFID, se ha seguido una investigación de carácter exploratoria que nos ha llevado a realizar varios estudios de campo. De estos estudios, nos hemos concentrado en la investigación de un caso en específico: la GCS del sector de servicios públicos. En la tabla 1, encontramos las etapas seguidas para recoger, interpretar y validar la información obtenida y simular los escenarios de negocios que envuelve la implementación de dicha tecnología.

Para una mejor comprensión, se ha dividido la metodología en tres fases. La primera fase, “Búsqueda de Oportunidades” permite una mejor comprensión de la empresa, su red comercial, y la motivación principal para adoptar la tecnología RFID. Durante la segunda fase, “Construcción de Escenarios”, se desarrollan los diversos escenarios de negocios integrando la tecnología RFID. En la tercera fase, “Validación de Escenarios y Simulación” se proponen los diversos escenarios de negocios, los cuales deben ser validados por los socios comerciales³ y los escenarios tecnológicos, los cuales deben ser validados con

los socios tecnológicos⁴ y se escoge el más adecuado para realizar la “Prueba de Concepto (PDC)” en laboratorio. Al final de esta fase, se tomará la decisión de realizar o no un estudio piloto, en el cual participarán todos los actores de la CS.

² Centro de investigación experto en comercio electrónico y tecnología RFID de la École Polytechnique de Montreal.

³ Por ejemplo: socios privados, la firma en estudio y los proveedores.

⁴ Por ejemplo: socio tecnológico privado, proveedores de la infraestructura RFID y consultantes ERP.

Fases	Etapas	Etapas Detalladas
Fase 1: Búsqueda de Oportunidades	Etapas 1	Determinar cual es la motivación principal hacia la tecnología RFID: Implica comprender las razones para considerar ésta tecnología (PORQUÉ?)
	Etapas 2	Analizar la “cadena de valor del producto (CVP)”: Consiste en determinar las actividades asociadas a un producto específico (QUÉ actividades?)
	Etapas 3	Identificar las actividades críticas en la CVP: Consiste en escoger las actividades críticas dentro de la CVP (CUÁLES actividades y PORQUÉ?)
	Etapas 4	Mapear la red de empresas que integra la CVP: Implica comprender la interrelación entre las empresas que intervienen en el ciclo de vida del producto (QUIÉN y CON QUIÉN?)
	Etapas 5	Mapear los procesos intra e inter organizacionales “actuales”: de todas las zonas donde se identificaron futuras oportunidades (CÓMO se realizan al interior y entre las compañías?)
Fase 2: Construcción de Escenarios	Etapas 6	Identificar las oportunidades de la tecnología RFID en la CVP: respecto al producto escogido, a las actividades específicas de la CVP y a las compañías que hacen parte de la red comercial
	Etapas 7	Evaluar y mapear las aplicaciones potenciales de la tecnología RFID: envuelve la construcción de escenarios y la optimización de los procesos de colaboración (CÓMO al interior de la empresa y entre las compañías?)
Fase 3: Validación de Escenarios y Simulación (Pre-implantación)	Etapas 8	Validar los escenarios con los socios privados y tecnológicos y simular los escenarios integrando la tecnología RFID a los procesos de negocios Realizar la PDC en laboratorio, a fin de reproducir los escenarios escogidos y de evaluar la factibilidad del proyecto
	Etapas 9	Analizar los resultados de la PDC y tomar la decisión de continuar o no con un Estudio Piloto: implica la apropiación del proyecto por las diversas organizaciones implicadas. A partir de este momento, el centro de investigación actúa como observador

Tabla 1. Metodología (fuente: adaptado de Lefebvre et al; 2005)

La falta de estudios relacionados al impacto de la tecnología RFID en los procesos de negocios en el contexto de la CS, ha sido la motivación principal para conducir esta investigación de tipo exploratoria. Dado que en éste contexto la implementación de la tecnología RFID es un fenómeno emergente, se ha escogido un acercamiento en estudio de caso, con el propósito de facilitar la identificación de los conceptos principales a ser investigados (Yin, 2002). En este artículo la estrategia de investigación se centra en evidencia experimental (estudio de caso), la cual fue recogida en dos divisiones (suministros y distribución) de una de las más grandes empresas de electricidad a nivel mundial, y en uno de sus proveedores estratégicos.

Para realizar esta investigación se utilizaron diversas fuentes de información a fin de comparar los datos colectados a través de una triangulación. Entre las fuentes usadas encontramos: i) 4 visitas de campo en las cuales se realizaron 12 entrevistas semi-estructuradas con personal

estratégico de las dos firmas participantes, incluyendo tanto miembros de la alta dirección (consejeros en practicas de negocio y jefes de división) y funcionarios de alto mando, como técnicos y operarios. Así mismo se realizaron varias entrevistas telefónicas con empleados claves, a fin de validar los datos recolectados durante las visitas; ii) reportes internos y documentos corporativos; y iii) información consultada en Internet acerca de las firmas en estudio y el contexto industrial en el cual estas operan, así como otros documentos disponibles públicamente tales como reportes industriales y revisiones de literatura académica sobre reingeniería de procesos, GCS, comercio electrónico, y RFID.

La información recolectada y la información suministrada por los socios privados nos permitió comprender la motivación de las empresas implicadas frente a la adopción de la tecnología RFID (etapa 1), determinar las actividades identificadas como críticas por los socios privados (etapas 2 y 3), y mapear los procesos de negocios al seno de la red

comercial (etapas 4 y 5). Este procedimiento corresponde a la fase I, (tabla 1). Para una mejor comprensión de las actividades y los procesos de negocios relacionados al estudio en cuestión, se utilizó la metodología de mapeo de procesos propuesta por la herramienta Aris⁵.

Estas mismas fuentes de información sirvieron para realizar la fase II, la cual comprende la identificación de las zonas que pueden ser potencialmente optimizadas con la integración de la tecnología RFID (etapa 6) y la construcción de escenarios propuestos (etapa 7). En la fase III, se validan y simulan los escenarios integrando la RFID (i) utilizando la herramienta Aris, y (ii) a través de una PDC⁶ en laboratorio (etapa 8)⁷ para validar la factibilidad de los escenarios propuestos. Finalmente, basados en los resultados obtenidos se toma la decisión de continuar o no con un Estudio Piloto (etapa 9).

5.- Estudio de Caso

5. 1.- Descripción del Caso

La compañía “Power A” (nombre ficticio) es una de las generadoras y distribuidoras de energía eléctrica mas importante en Norte América. Power A pertenece al sector público, posee una estructura distribuida (multidivisiones y repartida en diferentes zonas geográficas), y trabaja con cientos de proveedores. Ésta empresa presta sus servicios de energía eléctrica a un extenso territorio, y está compuesta de 2 centros de distribución principales y casi 100 centros de almacenamiento. A principios del año 2002, gracias a un plan de reestructuración mayor de sus actividades, Power A completó exitosamente la implementación de los sistemas ERP, reemplazando así cientos de sistemas propietarios.

Una de las estrategias implementadas recientemente por Power A fue la puesta en marcha de su iniciativa de comercio electrónico, la cual le ha permitido capitalizar en plataformas electrónicas ya existentes (p.e. E-

Marketplaces) y mejorar los métodos de trabajo colaborativo (p.e. Vendor Managed Inventory). Actualmente, esta compañía se interesa en la adopción de prácticas emergentes, con el fin de mejorar su rendimiento; dirigiendo su interés particular hacia tecnologías de punta como la tecnología RFID, con el objetivo de reducir sus costos de transacción.

El Producto “Transat”, constituye un componente clave de la infraestructura de la red eléctrica de Power A. Ésta empresa cuenta con 3 proveedores para éste producto, los cuales compiten por posicionarse en dicho mercado. El precio promedio del producto Transat es de aproximadamente US\$1000 a US\$3500 (dependiendo de las características específicas) y tiene un ciclo de vida de aproximadamente 25 años. En los próximos años, se espera una apertura del mercado de éste producto, debido a una pronosticada explosión en la demanda, ya que muchos deberán ser reemplazados. La demanda pronosticada es de millones de unidades en Norte América, comparada con la demanda actual que es de solo 30,000 unidades anuales. Power A es uno de los clientes estratégicos de la compañía TransTech (nombre ficticio), comprando una tercera parte de la producción del producto Transat. Con el propósito de asegurarse una participación más elevada en el mercado, TransTech ha decidido asociarse con Power A en la realización de un proyecto piloto con el objetivo de examinar los beneficios potenciales de la RFID para optimizar de los procesos de aprovisionamiento y de la CS.

6.- DISCUSIÓN

Tal como sucede en muchos sectores industriales, RFID representa una tecnología que puede aportar invaluables beneficios a la CS del sector de servicios públicos. Durante la realización del presente estudio de caso, los dirigentes de Power A y TransTech notaron que muchos beneficios pueden obtenerse con la adopción de la RFID en su CS. Dados los imperativos de este sector industrial, es evidente que la motivación principal para investigar las oportunidades de ésta tecnología haya sido enfocada hacia aplicaciones que conlleven a la reducción de costos operacionales y fue con esta prioridad en mente que se analizaron las oportunidades ofrecidas por la tecnología.

Siguiendo los pasos sugeridos por la metodología utilizada, se comenzó por mapear los procesos de negocios actuales (figura 2).

6. 1.- Procesos de Negocios Actuales

En la figura 2, los procesos actuales han sido mapeados con un acercamiento de exploración de datos en profundidad o “drill down”, es decir, de lo más general a lo más

⁵ Herramienta para el mapeo y simulación de procesos de IDS Sheer (favor visitar www.ids-scheer.com si desea más información).

⁶ La infraestructura tecnologica del laboratorio está compuesta principalmente de: 1) un middleware (Catamaran) proveído por Hewlet Packard (para el cliente), y un middleware (OMS) proveído por Ship2Save (para el proveedor), 2) un ERP proveído por SAP, 3) una base de datos ORACLE, y 4) 2 lectores fijados en portales, 1 lector móvil, 4 antenas, etiquetas, portales y otra infraestructura fisica proveída por Hewlet Packard.

⁷ Es necesario establecer dos simulaciones diferentes, una enfocada a los socios de negocio y otra dirigida a los socios tecnológicos ya que los intereses y las preocupaciones difieren dependiendo del auditorio.

detallado. El presente artículo se enfoca en el estudio de dos capas de la CS al interior de *Power A*, incluyendo la expedición desde uno de sus dos centros de distribución (capa 1), y la recepción, almacenaje y selección en uno de sus almacenes (con operadores) o bodegas (sin operadores), (capa 2). En ésta figura, se puede observar que para realizar las actividades seleccionadas (expedición, recepción, almacenaje y selección) es necesario ejecutar un total de 53 procesos, los cuales son realizados sea manual o semi-manualmente.

Basados en el análisis de los procesos intra-organizacionales e inter-organizacionales, se puede observar que: i) a pesar de que ninguno de los 53 procesos (figura 2) se realiza de manera totalmente automática,

existe un nivel de automatización, ya que muchos de los procesos son realizados de manera semi-manual (p.e. 2.7 en la expedición y 5.8. en el almacenaje, figura 2), ii) en las actividades de “expedición” y “recepción” hay numerosos procesos relacionados a la gestión de documentos (p.e. 1.2 en la expedición y 3.6 en la recepción; figura 2), los cuales consumen mucho tiempo ya que implican numerosas intervenciones humanas y iii) hay muchos procesos que requieren una intervención manual (p.e. 2.1 en la expedición y 4.3 en la recepción; figura 2), implicando numerosas verificaciones visuales y el desplazamiento y movimiento de material.

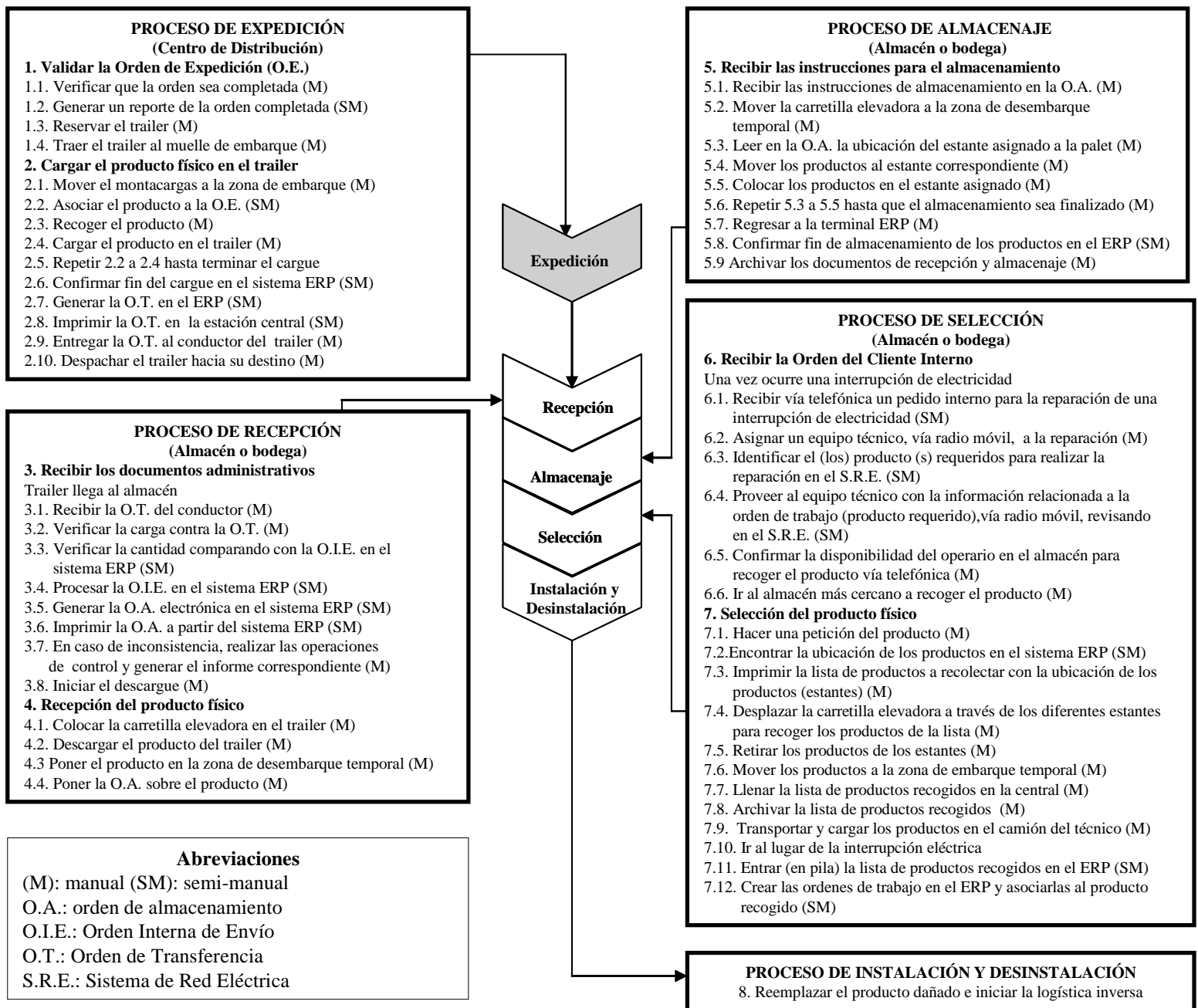


Figura 2. Procesos de Negocios Actuales

6. 2.- Condiciones requeridas para realizar el escenario escogido

Las suposiciones establecidas para construir el escenario escogido fueron basadas en decisiones de negocios tomadas de común acuerdo por los socios de negocio y los socios tecnológicos. En dicho escenario el producto *Transat* está equipado con etiquetas RFID pasivas, las cuales serán

impresas y programadas por el proveedor, la compañía *TransTech*.

Cada conductor y cada técnico de la compañía *Power A* poseerán una carta de identificación RFID para acceder a las bodegas (ver procesos 3.1 a 3.3 y 5.1 a 5.1.2, figura 3). Para la lectura de la carta de identificación RFID de los empleados, se utilizarán aplicaciones desarrolladas como "touch button" que requiere una distancia de lectura muy

corta, lo cual implica que el conductor o el técnico deberán pasar su carta de control de acceso cerca del lector para entrar o salir de una bodega. Otra opción sería la lectura vía lectores fijos instalados a la entrada de las bodegas en los que la distancia de lectura es más amplia, y los cuales permiten más aplicaciones (lectura de los productos y del operario al mismo tiempo), pero que requieren una tecnología de tipo activa, la cual es más costosa.

Además, se optó por una solución compuesta de una terminal fija integrada al montacargas (montacargas-RFID) para la lectura de los productos-RFID en el centro de distribución, y un lector RFID móvil integrado a una terminal móvil para la lectura de los productos-RFID en las bodegas. Las razones para preferir el montacargas-RFID para el presente escenario son: i) la utilización sistemática del montacargas-RFID para preparar los pedidos a ser enviados, ii) la movilidad de los lectores, y iii) la disminución de los costos asociados al número limitado de lectores. En el escenario propuesto utilizamos montacargas-RFID que contiene un lector RFID, lo que permite no solamente leer el producto (p.e. 2.4 en la selección y expedición; ver figura 3), sino también enviar y recibir la información relacionada al producto (p.e. 2.1 en la figura 3), y proceder a realizar transacciones de manera móvil, inalámbrica y en tiempo real (p.e. 2.9 en la expedición; figura 3).

Las mismas razones mencionadas en el párrafo anterior justifican el uso del lector RFID móvil en el escenario retenido. El uso del lector RFID móvil permite igualmente leer los productos RFID (p.e. 3.5 en la recepción y almacenaje; figura 3), enviar y recibir información (p.e. 3.8 en la recepción y almacenaje y 5.9 en la selección y expedición; figura 3), y realizar transacciones en tiempo real (p.e. 3.12 en la recepción y almacenaje y 5.12 en la selección y expedición en las bodegas; ver figura 3).

Finalmente, es importante tener en cuenta que el producto en estudio, es un producto grande y pesado el cual es

empaquetado individualmente, es decir un producto por palet. Sin embargo, estamos conscientes que éste no es un escenario clásico. En el caso que haya más de un producto por palet es necesario adicionar 3 procesos antes del proceso 2.8 “cargar los productos-RFID en el trailer” (ver figura 3). Los procesos a adicionar serían i) formar la palet, ii) crear la etiqueta RFID para la palet y iii) asociar los productos a la palet; el cual es un escenario típico en el sector de la venta al detal.

6. 3.-- Procesos de Negocios Integrados con la Tecnología RFID

El escenario escogido fue validado por los socios de negocio y los socios tecnológicos durante la fase III (tabla 1) de la metodología seguida durante este estudio.

Al comparar los procesos de negocios existentes (figura 2) con los procesos de negocios integrando la tecnología RFID (figura 3) se pueden notar claramente que los impactos aportados por la adopción de la RFID sobre los procesos de negocios son principalmente a nivel estratégico y a nivel operacional. Estos impactos implican: i) el desarrollo de nuevos modelos de negocios, ii) la integración de actividades, e iii) la reingeniería y la automatización de los procesos actuales, lo cual facilitará las actividades de comercio electrónico B-to-B.

El escenario escogido muestra como el uso de la RFID integrada con los sistemas de gestión ya existentes en *Power A* (p.e. sistemas ERP, WMS) implica el desarrollo de nuevas aplicaciones que permiten la automatización de la mayoría de los procesos manuales existentes, los cuales son usualmente costosos y consumen mucho tiempo. Dicha automatización permite una utilización más eficiente de los empleados, permitiéndoles dedicar su tiempo a actividades que tengan más valor dentro de la empresa.

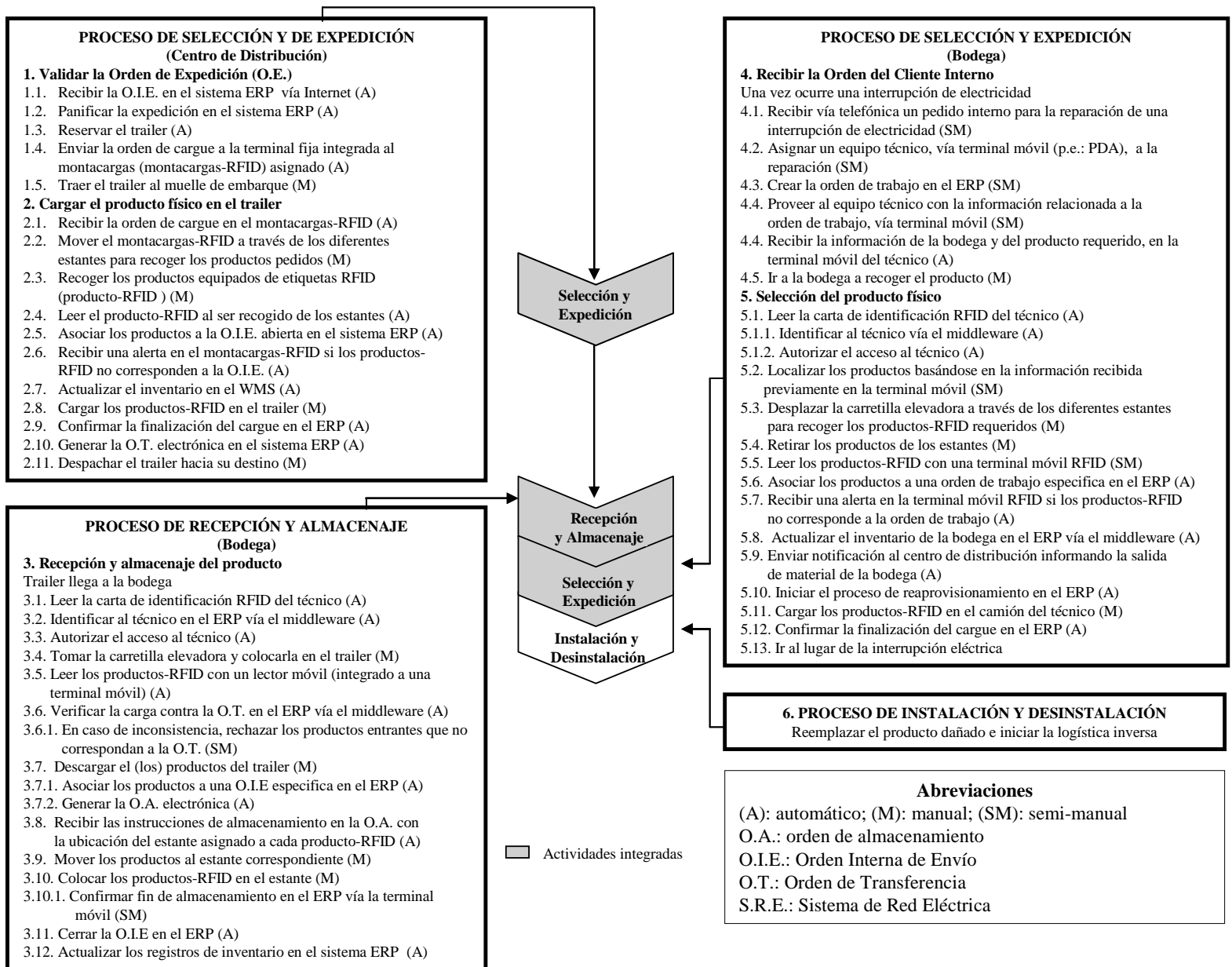


Figura 3. Procesos de Negocios Integrando la Tecnología RFID

A continuación, se evaluarán los impactos de la integración de la RFID en los procesos de negocios existentes tanto a nivel estratégico como a nivel operacional.

6. 4.- Desarrollo de Nuevos Modelos de Negocios

Uno de los hallazgos importantes a nivel estratégico, es que gracias a la adopción de la tecnología RFID surge un nuevo modelo de negocios el cual permite a *Power A* pasar de un modelo de “bucle cerrado”, donde todas las aplicaciones se realizan sobre las operaciones internas de la empresa, a un modelo de “bucle abierto”, implicando altos niveles

colaborativos y en el cual hay una mejor integración de la red de la CS. Esto permitirá una integración de extremo a extremo de la completa CS, dando lugar a las primeras etapas en el modelo de *Planificación, Proyección y Abastecimiento Colaborativo* (CPFR) donde todos los actores establecen las directrices para la “relación de colaboración” (VICS, 2004), permitiendo una *colaboración electrónica* en tiempo real.

Como ejemplo de éste nuevo modelo de negocio que emerge de la adopción de la RFID se puede mirar el proceso 5.10. “Iniciar automáticamente el

reaprovisionamiento en el ERP” (figura 3), lo cual permite al fabricante, compañía TransTech, tener una visibilidad de la demanda del producto en tiempo real al nivel de las bodegas. Un punto importante a tener en cuenta es que los actores claves de la CS deben establecer claramente la política de reabastecimiento para que la iniciativa de colaboración sea exitosa.

Este nuevo modelo de negocios también facilitará las iniciativas de Power A hacia aplicaciones de la gestión del ciclo de vida del producto “PLM” (Product Life-Cycle Management). Dentro del contexto de este caso de estudio, un tal acercamiento permitirá el mejoramiento de la gestión de los productos, especialmente en procesos relacionados a la logística inversa, la cual es una actividad importante que se realiza dentro del proceso de instalación y desinstalación en la figura 3.

6. 5.-Integración de actividades

Uno de los impactos de la tecnología RFID implica la integración de actividades y procesos conllevando a una CS más eficiente. Debido a la optimización de procesos lograda a través de la adopción de ésta tecnología, las actividades de selección y de expedición en el centro de distribución han sido integradas y por lo tanto se realizarán de manera combinada como una sola actividad. Igualmente en las bodegas la recepción y almacenaje han sido fusionadas (figura 3). Esta integración ha sido posible gracias a la automatización y eliminación de procesos, así como a la minimización de desplazamientos de material (ver la sección 5.3.4).

6. 6.-Reingeniería de Procesos

En el escenario escogido solo 14 procesos permanecen iguales a los ya existentes (procesos 1.5, 2.3, 2.8, 2.11, 3.4, 3.7, 3.9, 3.10, 4.1, 4.5, 5.3, 5.4, 5.11, 5.13, figura 3), los cuales involucran actividades físicas como transportar, recolectar y cargar productos.

En el escenario escogido, la mayoría de los procesos se ejecutan de manera automática, como consecuencia directa de la integración de la tecnología RFID. Por ejemplo, el proceso 2.5 “asociar automáticamente los productos a la O.I.E. abierta en el sistema ERP” y el proceso 3.7.2 “generar automáticamente la orden de almacenamiento electrónica” (figura 3).

Se pueden encontrar oportunidades de optimización de los procesos de negocios a lo largo de toda la CS. Por ejemplo, en el escenario propuesto, la orden de trabajo se genera de manera semi-automática (proceso 4.3) una vez el equipo técnico es asignado a la reparación de la interrupción eléctrica, lo cual permite no solo asociar los productos a la

orden de trabajo, sino también la verificación automática y en tiempo real del derecho del técnico de sacar el producto de las bodegas.

Adicionalmente, debido a la utilización de la tecnología RFID, la mayoría de los procesos eliminados (un total de 23 procesos, figura 2) corresponden a actividades sin valor agregado y relacionadas a la verificación (p.e. 1.1 en la expedición), a la impresión de documentos (p.e. 2.8 en la expedición, 3.6 en la recepción y 7.3 en la selección), y a la gestión de documentos (p.e. 5.9 en el almacenaje y 7.7 en la selección). Adicionalmente, teniendo en cuenta que los trailers y camiones utilizados pertenecen a *Power A*, en el escenario propuesto se decidió eliminar la zona de embarque y desembarque temporal las cuales representan actividades sin valor agregado para empresa. Como resultado, los procesos 2.1 (expedición), 4.3 (recepción), 5.2 (almacenaje) y 7.6 (selección) fueron cancelados (figura 2). Es importante tener en cuenta todas las implicaciones y límites de éste escenario, ya esto implica un tiempo de espera mayor de los camiones en los muelles de embarque y desembarque. Sin embargo, la optimización del proceso de selección y almacenaje resulta ser una opción más plausible.

Como consecuencia directa de la integración de la tecnología RFID, muchos de los procesos pueden ser optimizados creando CS inteligentes, en las cuales los productos-RFID en lugar de procesos iniciaran automáticamente procesos de negocios inteligentes adicionando un valor único a la CS (Pramataris et al., 2005, Fosso Wamba et al., 2006).

Los procesos inteligentes que surgen pueden ser configurados en el Middleware y ocurren cuando se inician decisiones automáticas definidas por las reglas de negocios sin la necesidad de una intervención humana. Por ejemplo, al momento de recolectar los productos de sus estantes, el middleware enviará automáticamente una alerta al montacargas-RFID para notificar errores potenciales al momento del cargue (p.e. 2.6 en la de selección y expedición, ver figura 3). Además, cuando se recibe un nuevo pedido y éste contiene uno o mas productos que no han sido ordenados, el sistema reacciona automáticamente e inicia las operaciones de control correspondientes (p.e. 3.6 y 3.6.1 en la recepción y almacenaje, ver figura 3) a fin de mantener la integridad del proceso de recepción.

Finalmente, a nivel de la información se logra una sincronización del flujo del producto y del flujo de información, ya que la información llega con el producto-RFID. Éste nivel de integración permite el acceso en tiempo real a toda la información necesaria para iniciar

procesos colaborativos de comercio electrónico entre todos los actores de la CS.

7.- Conclusión

Aunque la tecnología RFID abre caminos hacia la optimización de la CS que son realmente interesantes, la mayoría de aplicaciones actuales son implementadas en “bucle cerrado” (Stroh y Ringbeck, 2004). En el caso de aplicaciones en “bucle abierto”, los modelos actuales favorecen sobre todo a los clientes, quienes se benefician de la tecnología para optimizar sus procesos internos mientras que sus proveedores solamente se conforman con aplicar las etiquetas sobre el producto (pallet, embalaje o artículo), proceso conocido como “*slap and ship*”. Éste tipo de aplicaciones representa simplemente un costo suplementario para el proveedor y el único ganador resulta ser el cliente.

En el contexto del acercamiento propuesto a lo largo de este estudio, la redefinición de los modelos de negocios y la reingeniería de los procesos inter-organizacionales son la clave para el éxito de una adopción RFID en la CS. Sin embargo, los obstáculos de implantación son numerosos (Wu, Nystrom, Lin, y Yu, 2005). Éstos son en su mayoría de tres tipos: i) *de carácter tecnológico*; ya que los estándares no han sido todavía bien definidos, el costo de las etiquetas es elevado, la infraestructura (p.e. lectores) es costosa y cambia rápidamente, y a pesar que las compañías se proponen brindar una solución RFID integral la realidad muestra que hay una falta de experiencia, especialistas y practicas bien establecidas por el momento; ii) *relacionados al modelo de negocios electrónico*, los cuales proponen nuevas maneras de gestión basadas en las practicas de trabajo cooperativo, implicando así la redefinición de contratos, la voluntad de compartir la información y el compromiso de los proveedores a suministrar el servicio publico; y iii) *específicos a la industria de servicios públicos*, el cual es un sector extremadamente reglamentado donde los sindicatos deben ser incluidos en decisiones relacionadas al rediseño de procesos, y en el cual existen múltiples niveles de decisión para la aprobación de este tipo de proyectos, haciendo más largo el proceso de adopción.

A nivel de la relación de negocios se debe establecer de antemano una relación comercial a largo plazo con los proveedores, establecer contratos donde la política de reabastecimiento sea claramente definida, asegurar la integración de los sistemas, y definir los estándares a nivel de la infraestructura RFID (tipo de etiqueta, información del producto, distancia de lectura requerida, etc.).

8.- Reconocimientos

Una versión anterior de este trabajo fue presentada en la AMCIS 2006 (Americas Conference on Information Systems).

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por el *Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture* (FQRSC), al *Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada* (CRSNG) y al *Conseil de recherches en sciences humaines du Canada* (CRSH).

9.-Referencias

AIM Publication (2001) Shrouds of Time, the History of RFID.

http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds_of_time.pdf.

Bendavid Y., Bourgault, M. (2005) Positioning Project Management for RFID Implementation In a Multi-firm, Multi-Project Context. Proceedings of the 14th International Association of Management of Technology (IAMOT'05), project management Track, 22-26 May, Vienna, Austria 2005.

Fosso Wamba S., Bendavid Y., Lefebvre, L.A., Lefebvre, E. (2006) RFID and the EPC Network as Enablers of Mobile Business: A Case Study in the Retail Industry. Proceedings of the 12th Americas Conference on Information Systems (AMCIS'06), 4-6 August, Acapulco, México 2006.

Glassberg, A., Hanson, D. y Jennings, B. (2003) Supply Chain Excellence in the Utility Industry. <http://www.accenture.com/Global/Services/SupplyUtility.htm?UserPref=Culture%5Een-US>.

Gunasekaran, A., Ngai, E.W.T. (2005) Build-to-Order SCM: a literature review and framework for development, *Journal of Operations Management*, 23, 5, 423-451.

Hanson, D., Knapp, T., Olson, E. (2005) Enabling high performance in utilities through SCM. http://www.accenture.com/Global/Services/By_Subject/Supply_Chain_Mgmt/R_and_I/EnablingManagement.htm.

International Telecommunication Union (ITU) (2005) Internet Reports 2005: The Internet of Things, 7th edition. <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>

Lefebvre, L.A., Lefebvre, É., Bendavid, Y., Fosso-Wamba, S., Boeck, H. (2005) The Potential of RFID in Warehousing

Activities in a Retail Industry Supply Chain, *Journal on Chain and Network Science*, 5, 2, 101-110.

Lefebvre, L.A., Lefebvre, É., Bendavid, Y., Fosso-Wamba, S., Boeck, H. (2006) RFID as an Enabler of B-to-B e-Commerce and its Impact on Business Processes: A Pilot Study of a Supply Chain in the Retail Industry. Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06), 4-7 January, Kauai, Hawaii 2006.

Ngai, E.W.T., Cheng, T.C.E., Au, S., Lai K. (2005) Mobile Commerce Integrated with RFID Technology in a Container Depot, *Decision Support Systems*, In Press.

Pramataris, K., Doukidis, G.I., Kourouthanassis, P. (2005) Towards 'Smarter' Supply and Demand-Chain Collaboration Practices Enabled by RFID Technology. The HERMES Newsletter by ELTRUN Issue 31, March – April 2005 available at <http://www.eltrun.gr/newsletters/1/31.pdf>

Research and Markets (2005) RFID Industry - A Market Update.
<http://www.researchandmarkets.com/reports/c20329/>.

Reynolds, G., Lynch, K. (2004) RFID: A Practical Approach, Seven Critical Success Factors in RFID Deployments. http://www.adtsecurity.com.au/___data/page/37154/Deployment_Aug_25_2004.pdf.

RFID Journal (2004) IDC Forecasts Bubble, Burst, Boom. <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/733/1/26/>.

Saar, S., Thomas, V. (2003) Toward Trash That Thinks, Product Tags for Environmental Management, *Journal of Industrial Ecology*, 6, 2, 133–146.

Sheffi, Y. (2004) RFID and the Innovation Cycle, *International Journal of Logistics Management*, 15, 1, 1-10.

Strassner, M., Schoch, T. (2004) Today's Impact of Ubiquitous Computing on Business Processes. http://www.m-lab.ch/pubs/Strassner_Schoch-Todays_Impact_of_Ubiquitous_Computing.pdf

Stroh, S. y Ringbeck, J. (2004) Thinking Outside the Closed Loop. *Strategy+business Magazine*. <http://www.strategy-business.com/enewsarticle/enews102804?pg=all&tid=230>.

Subirana, B., Eckes, C., Herman, G., Sarma, S. y Barrett, M. (2003) Measuring the Impact of Information Technology on Value and Productivity using a Process-Based

Approach: The case for RFID Technologies. <http://ssrn.com/abstract=478582>.

Voluntary Interindustry Commerce Standards (VICS) CPFR (2004).
http://www.vics.org/committees/cpfr/CPFR_Overview_US-A4.pdf.

Wu, N.C., Nystrom, M.A., Lin, T.R. y Yu, H.C. (2006) Challenges to global RFID adoption, *Technovation*, 26, 12, 1317-1323.

Yin, R. (2002) Case Study Research: Design and Methods. 3rd ed. Newbury Park, CA: Sage Publishing.

Acerca de los autores:

Ygal Bendavid es candidato de último año al título de Doctorado en ingeniería industrial de École Polytechnique de Montréal. Él trabaja como investigador en el seno de dos grupos de investigación: el centro ePOLY (centro de investigación experto en comercio electrónico y tecnología RFID) y la Cátedra de investigación en gestión de proyectos tecnológicos de Canada. Actualmente, él se especializa en proyectos de implantación de tecnologías emergentes como la RFID.

Linda Castro es candidata al título de Doctorado en ingeniería industrial de École Polytechnique de Montreal. Ella trabaja principalmente como asociada de investigación en el centro ePOLY (centro de investigación experto en comercio electrónico y tecnología RFID). En la actualidad, se especializa en la optimización de cadenas de suministros a través de la integración de tecnologías RFID.

Dr. Louis André Lefebvre es professor titular de la École Polytechnique de Montréal y es el director del centro ePOLY (centro de investigación experto en comercio electrónico y tecnología RFID). Actualmente, el Dr. Lefebvre se interesa en investigaciones relacionadas a las áreas del comercio electrónico, la empresa virtual y la gestión de la tecnología y la gestión de la innovación.

Dra. Elisabeth Lefebvre es professora titular de la École Polytechnique de Montréal y es la co-directora del centro ePOLY (centro de investigación experto en comercio electrónico y tecnología RFID). Presentemente, la Dra. Lefebvre se interesa en investigaciones relacionadas a las áreas de innovación tecnologica, comercio electrónico, informatización y automatización de PYMES, y gestión de tecnologías de la información.